中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）33(4)：363～371（1984）

不同粒重水稻品種之農藝與生理性狀比較[1]

魏夢麗　　劉大江[2]

摘要：試驗採用大粒型水稻品種（千粒重約 45g）Arborio 與中粒型品種臺農67號（千粒重約 25g）爲材料，於民國72年第一、二期作在田間栽培，在水稻生育期間定期調查株高與分蘗數，測定葉面積指數（LAI）與乾物質累積之變化，並分析葉片內全氮與可溶性蛋白質之濃度，以比較不同粒重水稻品種的農藝與生理特性，探討利用大粒品種之可行性。Arborio 幼苗具有極强的生長優勢，尤其在第一期作低溫與低日照環境下的生長極爲快速，顯著優於臺農67號，但其開始分蘗的時間較晚（移植後37日），在一期作的分蘗期間僅有三週左右，故分蘗數較少，又由於有效分蘗百分比低，故穗數亦少於臺農67號（分別爲14、21），可能爲限制產量的主要因子。大粒型品種生育初期的株高增長較快，但成熟期之株高 117cm 與臺農67號 113cm 差異不大。抽穗以前 LAI 之變化受分蘗數之影響很大，亦以臺農67號爲高，Arborio 品種的 LAI 多在 4 以下，對乾物質生產有不利的作用。兩品種葉片內所含葉綠素濃度相近，但在抽穗以後，Arborio 之全氮與可溶性蛋白質濃度均較臺農67號爲高，唯同一時期穗重及全株乾重之增加反不如臺農67號，且對抽穗前預貯物質之依賴較高。試驗結果建議分蘗數少與後期光合能力低落爲大粒型品種 Arborio 主要缺點，今後除應選取短稈與分蘗性强之大粒種源做爲育種材料，對各項生理與栽培特性亦有詳加探討的必要。

本研究室以往的試驗報告發現[18]，大粒水稻品種 Mira 單一分蘗的生產力較中粒型品種臺農67號爲高，就每一分蘗抽穗後的淨乾物質與非構造性碳水化合物（TNC）生成量而言，推廣品種臺農67號分別較 Mira 少14—55%與36—39%，成熟時臺農67號單一穗重僅爲 Mira 之61—74%，單一穗內非構造性碳水化合物含量爲 63—80%；Mira 品種各器官全氮濃度亦顯著較高，每一分蘗吸收氮量超出臺農67號40%以上。Matsushima[13] 的研究報告提出，抽穗後追施氮肥可增加碳固定速率，有利於穗部發育及乾物質累積而增加產量。Wei *et al*[17] 發現一期作水稻於成熟期營養器官仍貯存有相當穗部總量20%的 TNC，提出一期作之貯蓄（sink）容積爲產量限制因子之假說，並認爲有藉增大粒型而增產之可能。IRRI[10] 的試驗報告亦指出產量潛能和穗部容積之間成正相關關係，穗部容積在千粒重爲 39g 之水稻有最高產量的表現。因此選擇較大穗部容積之水稻品種爲提高產量之可行途徑。

本試驗目的在探討貯儲容積較大，亦即具有較高粒重之水稻品種的田間生理表現，經由對農藝性狀的變化、氮素吸收與利用及乾物質生產與分配等有關效率問題的研究，提供大粒品種應用於現代稻作育種之參考。

材料與方法

本試驗於民國72年第一、二期作在臺中縣霧峰鄉臺灣省農業試驗所農場進行。試驗以手植方式栽

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1184 號。

2.本所農藝系助理與研究員兼系主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

培水稻臺農67號與 Arborio 兩品種，前者爲一中粒型推廣品種，千粒重在 25g 左右，後者爲一大粒品種，千粒重可達 40g 以上。行株距爲 25×25cm，一期作播種日期爲3月2日，肥料用量N：P_2O_5：K_2O 爲 110：40：40 kg/ha；二期作播種期爲8月9日，N：P_2O_5：K_2O用量爲80：40：50kg/ha。試驗採完全逢機區集設計，三重複，小區面積爲 7.4×6.4m。

水稻自移植後，於分蘖期開始每隔10日，抽穗後每隔7日採取地上部份植株爲樣品，每次於各小區採取10株水稻，區分爲葉片、莖稈及抽穗後穗部三部份，樣品置於 100°C 通風乾燥箱2小時後，以 70°C 繼續烘乾24小時，烘乾之水稻樣品測定乾物重。另採取連根稻株，每株取較大五個分蘖，以最上第二葉片爲材料行化學分析，葉片先於 Tris buffer（pH＝7.5，含 50mM Tris-HCl、1mM $MgCl_2$、5mM dithiothreitol、2% polyvinylpolypyrrolidone）中研磨，再取微量濾液以乙醇（100%）萃取後在649與665nm波長測定葉綠素濃度[19]。可溶性蛋白質濃度係依 Lowry *et al.*[12] 法分析，全氮濃度依 Semi-miro Kjeldahl 法分析。

在水稻生育過程中測定葉面積，一期作並於田間調查株高及分蘖數，成熟時調查各項產量構成要素與產量。二期作後期，大粒品種 Arborio 由於褐飛蝨爲害，倒伏情形嚴重，故實驗僅進行至抽穗後三星期即告結束。

結果與討論

在水稻育苗期間，大粒型品種 Arborio 的生長速率極明顯的較中粒型品種臺農67號爲快，尤其在1983年一期作低溫多雨與日照量不足的情況下，發芽速率、株高伸長、葉面積增加及乾物重累積等性狀表現均以 Arborio 品種爲優（資料未列出）。Osterli[14] 曾報告水稻幼苗活性與種子大小有密切關係，較大之種子具有較强之幼苗生長優勢；一般而言，由於具有充份的貯存物質供應幼苗於異養期（heterotrophic stage）生長之需要，大或重之種子有利於表現生長優勢。在低溫與低日射量等不良條件下，幼苗之異養期可能延長，對胚乳貯存物質之依賴性提高，應爲Arborio品種一期作苗期生長較快的原因之一，Li and Rutger[11] 亦曾指出在低溫（18°C）環境下，水稻的粒重與幼苗生長活力有極顯著的正相關（r＝0.61**）。但水稻種子之主要貯存物質爲澱粉，必須先經糖化水解及其他與能量代謝有關之作用方可爲幼苗利用，再經由 Arborio 品種在低溫下的快速生長推測，大粒型品種種子之酵素系統等生理活性亦可能較中、小粒型品種爲高，陳[3] 曾報告大粒水稻品種可有較重的幼苗及較高的呼吸率與硝酸還原酵素（NR）、麩胺酸脫氫酵素（GDH）活性。在探討大粒型品種應用於實際栽培或育種材料之可行性過程中，幼苗生理亦將爲本研究室的試驗項目之一。

除了具有較强的幼苗生長優勢之外，Arborio品種並具有早熟的特性，一期作於移植後72日（72 DAT）抽穗，較臺農67號之 86DAT 提早14日（圖1），二期作則於 52DAT 抽穗，亦較臺農67號提早8日（圖2B）。Li and Rutger[11] 報告水稻粒重與幼苗生長活力有正相關，而後者又與抽穗期有極顯著的負相關（r＝－0.65**），亦即大粒品種有早熟的趨向，並建議針對粒重、早熟與高幼苗活力之選拔應爲可行；本試驗之結果與其符合，唯陳[3] 以大、中、小粒型水稻品種各三個進行試驗，仍發現部份大粒種可能晚熟及小粒種可能早熟之傾向，IRRI[9] 亦有類似的報告。

供試水稻品種於一期作的分蘖數變化情形示於圖1A，臺農67號的分蘖數在開始調查（33DAT）時即已迅速增加，於 69DAT 達到最高分蘖期，每株分蘖數爲25支，其後保持平穩，抽穗以後之有效分蘖數（穗數）仍在20以上。Arborio 開始分蘖的時間較晚（37DAT），但在 58DAT 即到達最高分蘖期，每株有20支分蘖，抽穗後之穗數僅爲14，遠較臺農67號爲低。分蘖數少似爲大粒品種之特性，本研究室曾發現就單一分蘖而言，大粒型品種 Mira 的生產力較臺農67號高 35—60%，認爲有高產潛能，但由於分蘖力差，穗數不及臺農67號之一半，故仍無經濟栽培價值[18]。

檢討 Arborio 品種的分蘖特性，可知其幼苗生長雖然迅速，但開始分蘖的時間較晚，有效之分

蘖時期亦僅爲21日左右（37至58 DAT），遠較臺農 67號之 35日以上爲短（圖 1 A）；林與陳[1]在臺北地區以臺南 5 號與臺中在來 1 號水稻爲材料，報告一、二期作之有效分蘖時期均爲30日左右，亦較本試驗 Arborio之結果爲長。Arborio 在21日之間的分蘖數可由每叢 4 支增至20支，平均每 1.3 日有一支新分蘖發生，亦即具有極高的分蘖速率。臺農 67號的穗數（21）多於 Arborio（14），其有效分蘖百分比（83%）亦較 Arborio（70%）爲高。綜合上述結果，可獲知大粒型品種Arborio的幼苗雖具生長優勢，但分蘖的發生較遲；雖具較高的分蘖速率，但由於分蘖時期過短及有效分蘖百分比較低，致使穗數減少，無法有高產的表現。

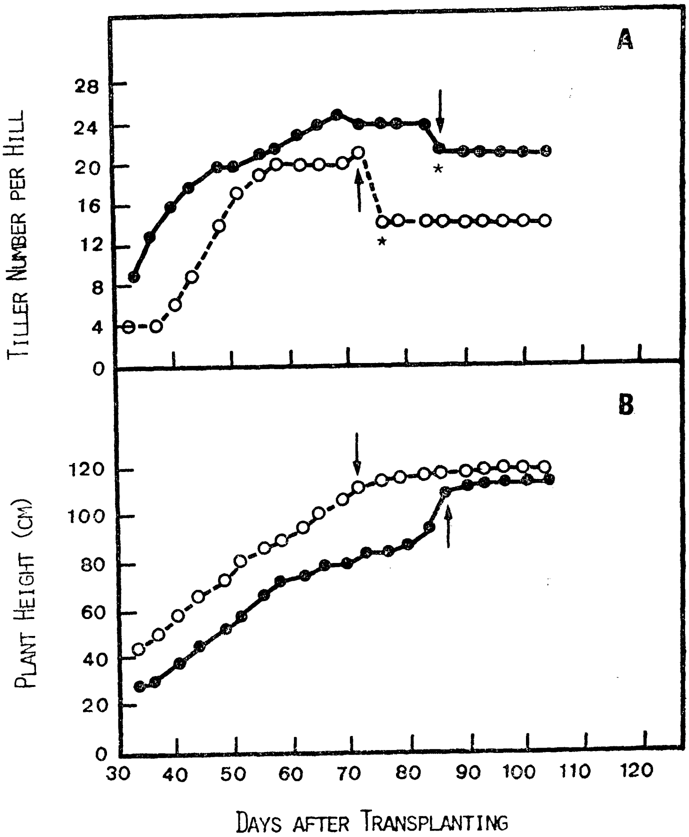

Fig 1. Changes of tiller number (A) and plant height (B) of developing Tainung 67(●) and Arborio (O) rice plants in the first crop season. Arrow indicates the time of heading.

* : only the panicle-bearing tillers are counted after heading.

移植後Arborio品種株高之增加亦頗爲快速（圖 1 B），在抽穗（72DAT）以前，植株均較臺農67號高約 20—30cm，但在臺農67號抽穗以後，品種間之差異即較不明顯，Arborio 之株高爲117cm，臺農67號爲113cm，換言之，水稻粒重與成熟植株高度並無一定之相關性。植株過高爲一不良株型，IRRI[9] 建議合併短稈（半矮性）與大粒型爲一可大幅提高水稻產量潛能之組合，但 Li and Rutger[11] 指出雖然兩性狀的相關係數不高（r＝0.19*），但經由多項偏相關分析顯示環境效應或非累加性基因效應粒重與株高具有同方向的作用，因而建議育種選拔時應予愼重選擇材料，換言之，以矮性大粒種源爲親本應較有成功的可能。

第一、二期作水稻品種生育期間葉面積指數（LAI）的變化示於圖2，一期作臺農67號的 LAI 自移植後迅速增加，在 68DAT 時最高，可達6.4左右，此一時期相當於最高分蘖期（圖 1 A），顯示 LAI 的增加與分蘖數目有密切的關係；其後 LAI 又迅速下降，至抽穗時約爲 4.0，在穀粒充實期間繼續降低，100DAT（抽穗後14日）時僅有2.2。在 58DAT（約相當於最高分蘖期）之前，Arborio 品種的 LAI 與臺農 67號相近，由於分蘖數較少，顯示 Arborio 的葉片較大；其後 LAI 雖繼續上升，但速率不及臺農67號，於抽穗期達到最高值，LAI 亦僅爲4.7，抽穗後 LAI 直線下降，收穫以前只有1.2。Arborio 品種的表現與早熟中粒型水稻品種相似，依據蔡[5]的報告，臺農67號等中熟品種在一期作多於孕穗期有最高的 LAI，而早熟秈、稉稻品種的 LAI 則於抽穗期達到最高值，與本試驗的結果相符合。Arborio 具有株型較高與葉片較大等特性，在生育初期之分蘖數雖較臺農

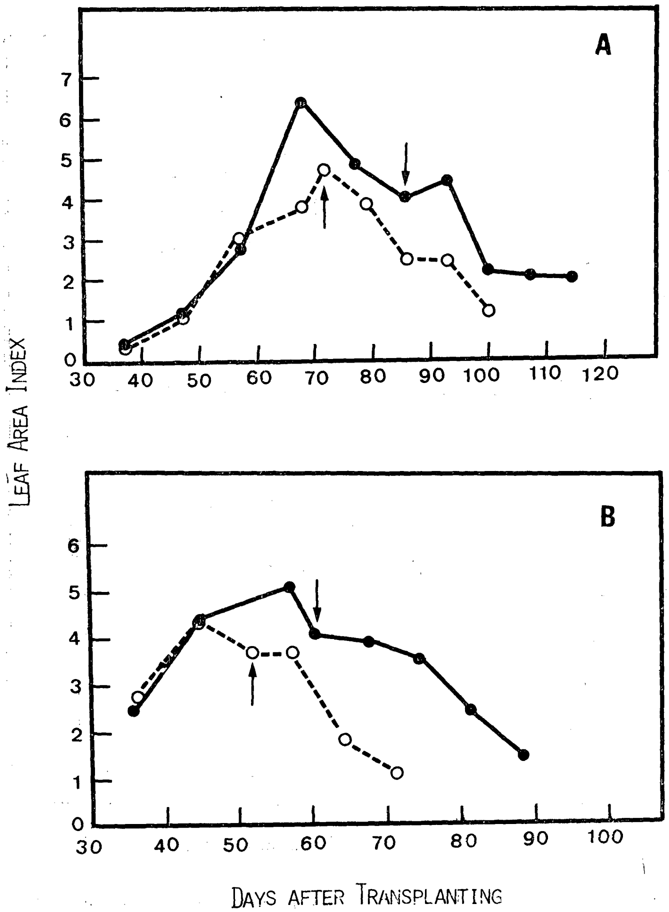

Fig 2. Changes of leaf area index of developing Tainung 67 (●) and Arborio (O) rice plants in the first (A) and second(B) crop seasons. Arrow indicates the time of heading.

67號為少，但 LAI 則幾乎相同，唯自 58DAT 之後，LAI 顯著低於臺農67號，顯示較大的葉片並不足以彌補分蘗數少以提供適當的LAI，為乾物質生產與穀粒產量不及臺農67號的原因之一。

二期作的 LAI 變化趨勢（圖1B）與一期作有異，臺農67號在57DAT（約相當於孕穗期）的數值最高（5.1），抽穗時降至4.1，在抽穗後14日開始又快速下降，成熟期的 LAI 僅為1.5。Arborio 亦於抽穗以前有最大的LAI，45DAT時為4.4，抽穗時下降至3.6，其後由於褐飛蝨為害嚴重及植株老化而使 LAI 驟降，在抽穗後21日僅為1.1左右。綜合兩期作 LAI 結果，顯示一期作的 LAI 高於二期作，臺農67號又高於 Arborio 抽穗以後的葉積（leaf area duration）亦於臺農67號為高，可能對產量表現造成影響，謝[6]指出水稻抽穗以後，LAI與作物生長速率（CGR）有正相關，如能持續保持LAI，亦即有較高的葉積，必然對產量有利。

在本試驗測定葉綠素濃度的時間範圍內，一期作臺農67號在 69DAT 濃度為 2.45mg/g.f.w. 抽穗期降至2.10，97DAT 濃度最高（2.70），以後隨生育日數之增加而逐漸下降。Arborio 在測定初期（72DAT）的葉綠素濃度最高，達 2.76mg/g.f.w. 又在 90DAT 時出現另一高峰，之後直線下降（圖3A）。一期作在90DAT以前，兩品種之葉綠素濃度相當，但由於 Arborio較早熟，抽穗時較臺農 67 號含有較多的葉綠素（分別為2.5與2.1mg/g.f.w.）。抽穗後葉綠素濃度續有變化，但在10—14日之後兩品種均表現急速下降的趨勢。第二期作的分析主要集中於穀粒充實期間（圖3B），臺農 67 號葉綠素濃度於抽穗以後雖亦逐漸下降，但幅度較小，速度亦極緩慢，在收穫以前均維持於1.3mg/g.f.w. 以上；Arborio 則於抽穗後一週開始迅速降低，係正常之生理表現或褐飛蝨為害所致，尚難加以確定。

有關不同粒重水稻品種生理性狀比較的報告極少，但由本試驗觀之，二品種葉綠素濃度的差異不大，與林[2]的測定結果相近。品種間最大的不同為一期作抽穗以後，Arborio 含有較高葉綠素濃度的時間較長，二期作則以臺農67號的表現較佳；Oritani *et al.*[16] 曾指出水稻光合作用能力與葉綠素濃度有顯著的正相關（r=0.643*），魏與劉[7]並認為臺灣水稻於穀粒充實期間的光合成作用對產量極為重要，上述二品種的差異是否代表生理活性的優劣，值得予以注意。但臺灣地區水稻產量以二

期作爲低，而圖3的資料又顯示二期作臺農67號生育後期葉綠素濃度的降低較爲平緩，似又表示較不易老化，蔡[5]在臺中地區進行試驗獲致相同結果，唯亦未能提出解釋。

葉片含氮濃度爲重要的生理指標，Chen *et al.*[8] 並建議氮素的組成（composition）尤具意義。圖4所示爲供試二品種部份生育期間葉片含氮與可溶性蛋白質濃度的比較，結果顯示在試驗期間品種間的氮濃度差異不大，二期作生育後期以臺農67號稍高（圖4B），Wei *et al.*[18] 以大粒型品種 Mira 爲材料，得知抽穗以前的氮濃度較臺農67號高30%左右，但抽穗後濃度降低亦較迅速；若同以抽穗期之數值進行比較，本試驗亦有相同的結論，顯示大粒型水稻品種含氮較多。在可溶性蛋白質方面，一期作抽穗以後相同生育期均以 Arborio 爲高，但二期作則相反；期作間比較則以二期作稻含有較高的可溶性蛋白質濃度，尤以臺農67號在穀粒充實後期的降低較爲平緩（圖4A）。水稻葉片中可溶性蛋白質總量的50%係由 Ru Bp Carboxylase 一種酵素組成[15]，Oritani *et al.*[16] 亦證明光合作用能力與可溶性蛋白質含量有極顯著的正相關（r＝0.847**），但在探討大粒型品種含氮與可溶性蛋白質較多是否亦具有高光合成能力時，可能需要更多的試驗證明，諸如氮利用效率（N use efficiency）、呼吸作用及對環境因子的反應等，都應先加瞭解。

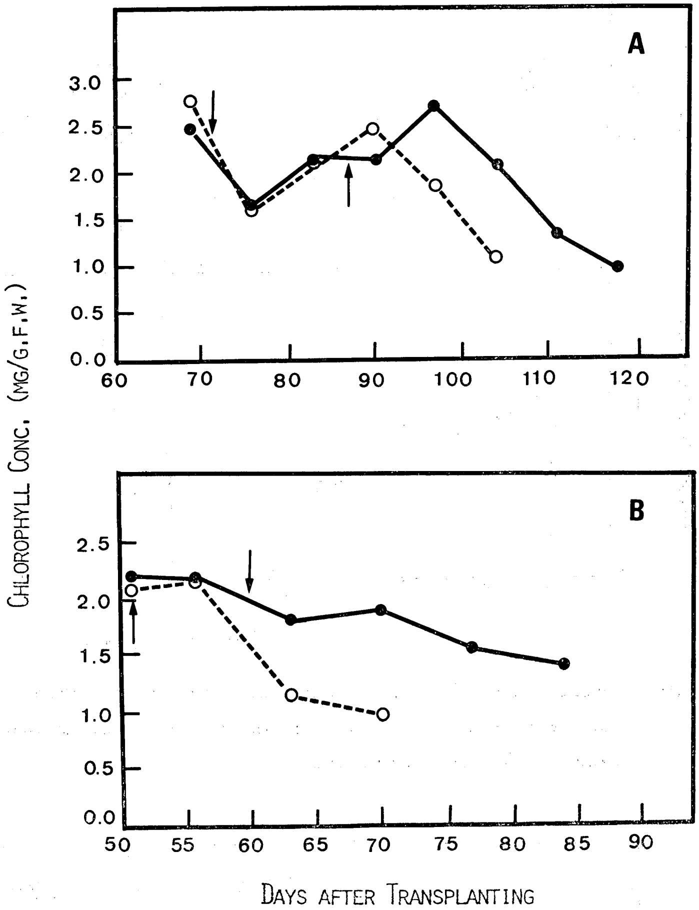

Fig 3. Chlorophyll concentration in the leaf blades of developing Tainung 67 (●) and Arborio (O) rice plants in the first (A) and second (B) crop seasons. Arrow indicates the time of heading.

乾物質生產爲植物各項生理活性的綜合表現，本試驗一期作的結果（圖5）顯示抽穗以前葉片乾重的變化趨勢與分蘖數的表現相似，亦即葉片乾物質累積受到分蘖數多寡的影響，兩者同以臺農67號爲高；抽穗期以前的莖稈乾重則以 Arborio 較高，顯示雖然分蘖較少，但單一分蘖則可累積較多的乾物質，與 Wei *et al.*[18] 的結果相同；抽穗後一週內莖稈乾重繼續增加，應爲非構造性碳水化合物（TNC）積存的結果[8]；其後稈重降低，表示預貯性碳水化合物向穗部轉移，以供應穀粒充實的需要[20]，Arborio 稈重於此一期間的下降幅度較臺農67號明顯，而其穗重增加較少（圖5），暗示大粒型品種預貯性碳水化合物對產量的貢獻（pre-heading contribution to grain yield）較爲重要。

成熟期 Arborio 每株穗重爲 25g，低於臺農67號之 33g，亦即產量不高，並無直接利用的價值，Wei *et al.*[18] 證明以單一分蘖爲單位大粒水稻品種，具有較高的乾物質生產能力與產量表現，本

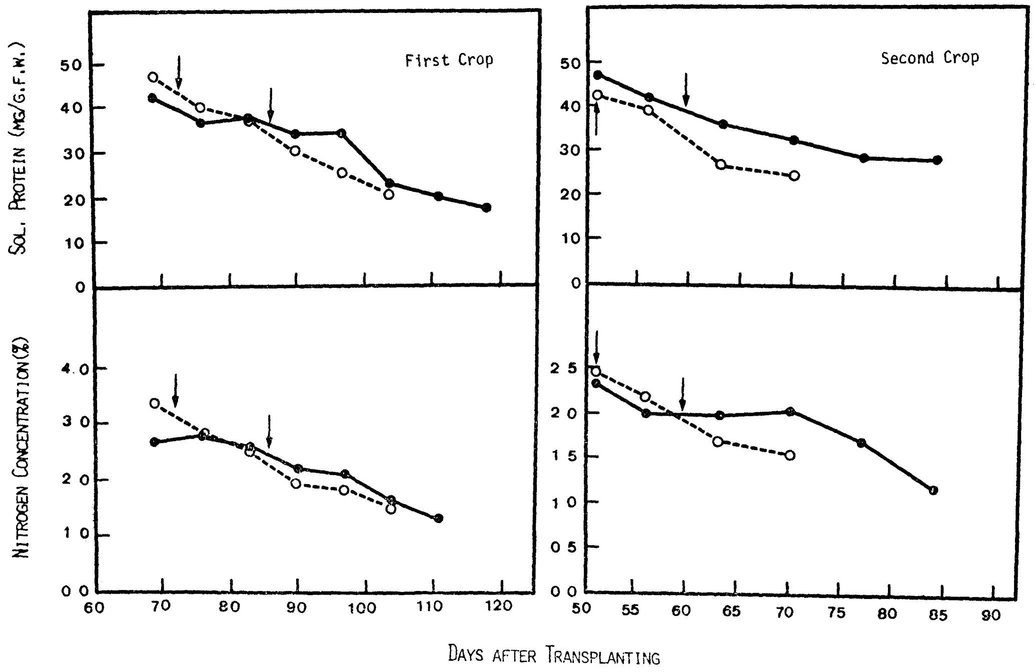

Fig 4. Concentration of soluble protein and N in the leaf blades of developing Tainung 67 (●) and Arborio (O) rice plants in the first (left) and second (right) crop seasons. Arrow indicates the time of heading.

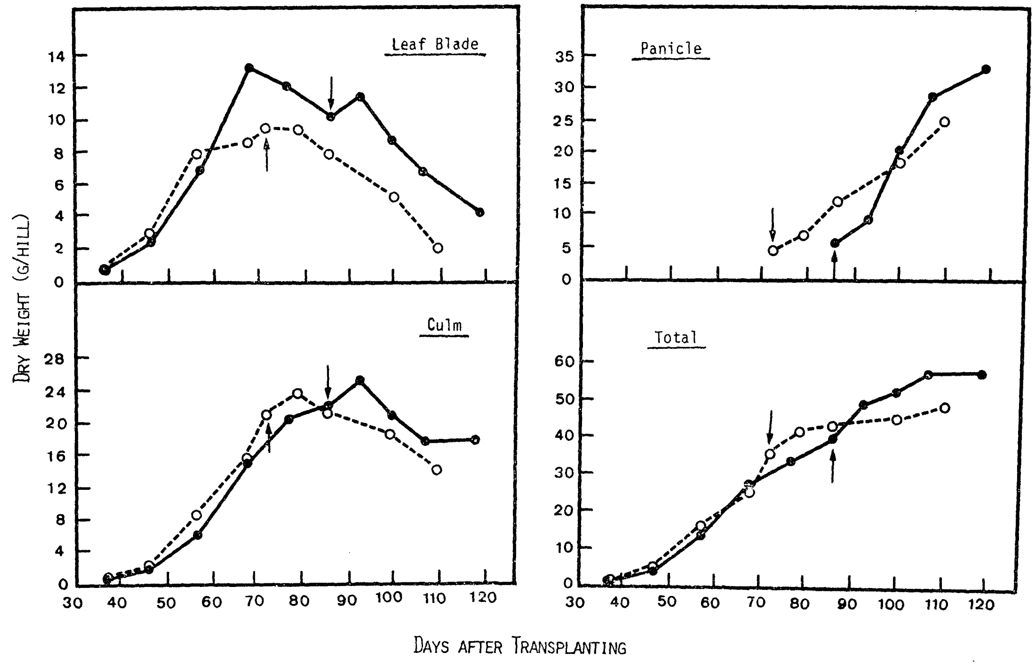

Fig 5. Changes of dry weight of rice plant fractions durinsg the growth courses in the first crop season. ● : Tainung 67, O : Arborio, arrow indicates the time of heading.

試驗也有相同的結論。大粒型品種的部份缺點爲分蘖數少與收穫指數（harvest index）低（圖5），且抽穗至成熟期間全株乾物質增加不多（圖5），爲今後利用大粒型水稻種源應注意的問題。此外，Arborio 品種生育後期含有較多量的氮素與可溶性蛋白質（圖4），卻不能生產較多的乾物質，故對氮素與碳素之間相互作用的關係，亦有再予探討的必要。

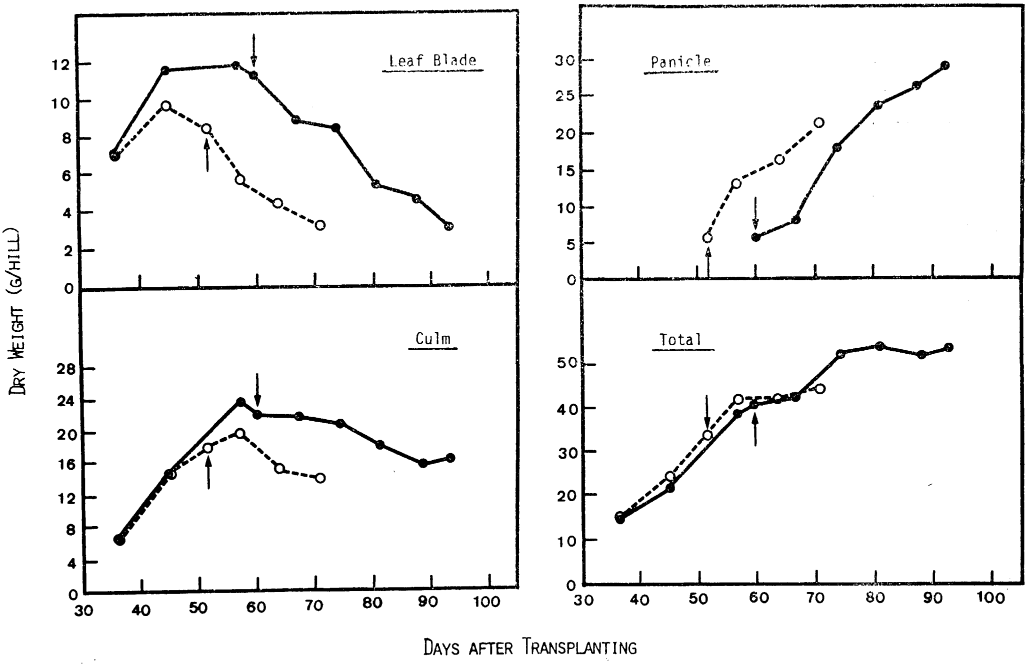

Fig 6. Changes of dry weight of rice plant fractions during the growth courses in the second Crop season. ● : Tainung 67, O : Arborio, arrow indicates the time of heading.

第二期作乾物重變化的情形示於圖6，葉片的乾重在抽穗時即已開始降低，兩品種的表現相同，但臺農67號每株葉重顯著較 Arborio 爲高，與LAI 的變化趨勢（圖2）極爲符合。稈重於移植後逐漸增加，亦於抽穗前後達到高峰，隨後均逐漸降低；自 Arborio 抽穗以後，其稈重顯然不及臺農67號，與一期作的情形有異。可能由於褐飛蝨爲害，Arborio 穗重在三週時間內增加約 16g，不如臺農67號在穀粒完全充實期間所增加之 23g。與一期作表現相同，Arborio 在抽穗後全株乾物質增加量亦較臺農67號爲少。 Wei *et al.*[18]，指出大粒品種之羣落生產力在一期作爲臺農67號之70%左右，在二期作則與臺農67號相同，因而認爲 Mira 可能爲一適應二期作栽培環境的品種；本試驗中 Arborio 品種的分蘖、葉面積與乾物質生產等農藝性狀均不如臺農67號，第二期作的差異尤爲顯著，又對褐飛蝨完全不具抵抗性，並不適宜於二期作栽培。

綜合各項試驗結果，大粒型水稻品種 Arborio 苗期具有極强的生長優勢，在低溫與低日照量的情況下仍能有快速的生長，但其分蘖之發生較慢，分蘖時間短且有效分蘖百分比不高，故分蘖數與穗數偏低，葉面積指數不足，影響乾物質生產與產量表現，在第二期作尤爲明顯。大粒型品種葉片含有較多的氮素與可溶性蛋白質，但抽穗以後的淨光合成能力仍較中粒型品種臺農67號爲差，亦即葉片部位較高的生理活性並不能反應於乾物質的累積。利用大粒特性仍爲可能之有效增產途徑，今後除應對大粒型水稻品種之生理特性詳加瞭解之外，應選擇矮性與分蘖力强之種源予以利用；又臺灣目前稻米生產過剩，可考慮利用晚熟性大粒品種爲育種材料，提高水稻生產潛力，在部份地區採用每年一期稻作之栽培制度，兼收增加農民收益與土地利用效益之效。

引用文獻

1.林安秋、除建山。1976。第二期稻作低產原因之研究Ⅰ.一、二期作水稻之分蘖特性比較。科學發展 4 ：2791｜2808。

2.林安秋。1979。一、二期作水稻羣落光合作用之比較。刊載於「臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集」（謝順景、劉大江主編）。國科會研討會專集第2號，臺北。

3.陳宗禮。1981。水稻幼苗優勢之生理與遺傳研究。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。

4.蔡承良。1975。臺灣第一、二期水稻數種生理特性之比較研究。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。

5.蔡金川。1984。水稻葉面積指數與產量之關係。中華農業研究33（2）（排印中）。

6.謝昱暲。1979。一、二期作水稻之生長與光合作用構成因子。刊載於「臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集」（謝順景、劉大江主編）。國科會研討會專集第2號，臺北。

7.魏夢麗、劉大江。1983。期作間水稻光合成物質生產、分配及產量之比較。中華農業研究32（4）：303—311。

8. Chen, C. S., D. D. Huang, M. C. Shen and D. J. Liu. 1980. Carbohydrate, N, P and K status of developing rice (*Oryza sativa* L.) plants grown in the first and second crop seasons in Taiwan. J. Agri. Res. China 29 : 81-92.

9. International Rice Research Institute. 1976. Annual report of 1975. pp. 22-25. Los Banos, Philippines.

10. International Rice Research Institute. 1977. Annual report of 1976. pp. 18-20. Los Banos, Philippines.

11. Li, C. C. and J. N. Rutger. 1980. Inheritance of cool-temperature seedling vigor in rice and its relationship with other agronomic characters. Crop Sci. 20 : 295-298.

12. Lowry, W. M., N. J. Rosebrough, A. L. Farr and R. J. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193 : 265-275.

13. Matsushima, S. 1976. High-yielding rice cultivation. pp. 323-324. University of Tokyo Press, Tokyo.

14. Osteri, P. P. 1972. Methods of evaluating seedling vigor in rice varieties and related F_4 lines. M. S. thesis, University of California, Davis.

15. Schmitt, M. R. and G. E. Edwards. 1981. Photosynthetic capacity and nitrogen use efficiency of maize, wheat and rice : a comparison between C_3 and C_4 photosynthesis. J. Exp. Bot. 32 : 459-466.

16. Takashi, O., E. Toshiyasu and R. Yoshida. 1979. Studies on nitrogen metabolism in crop plants. XVI. Changes in photosynthesis and nitrogen metabolism in relation to leaf area growth of several rice varieties. Jap. J. Crop Sci. 48 : 11-16.

17. Wei, M. L., M. C. Shen, C. S. Chen and D. J. Liu. 1982. Physiological study of rice tillers. I. Partition of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates during grain-filling. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC (A) 6 : 190-196.

18. Wei, M. L., Y. C. kuo and D. J. Liu. 1984. Physiological studies of rice tiller. II. Productivity of varieties differing in grain volume. Jour. Agri. Res. China 33 (1) : 12—23.

19. Wintermans, J. F. G. M. and A. De Mots. 1965. Spectrophotometric characteristics of chlorophylls and their pheophytins in ethanol. Biophys. Acta 109 : 448-453.

20. Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. Ann. Rev. Plant Physiol. 23 : 437-464.

Comparison on Some Agronomic and Physiological Characteristics between Rice Varieties Differing in Grain Weight[1]

M. L. Wei and D. J. Liu[2]

Summary

One large-grain rice variety, Arborio (1,000-grain-weight of 45g), and one medium-grain variety, Tainung No. 67(1,000-grain-weight of 25g), were used in this experiment. Some agronomic and physiological characteristics were determined during the growth course of the rice plants in both the first and second crop seasons. Seedling vigor of Arborio was significantly stronger than that of Tainung No. 67, especially under the conditions of low temperature and low solar radiation during the first crop of 1983. The initiation of tillering was late and the effective tillering duration was short for Arborio and hence the large-grain variety had fewer tiller number when compared with Tainung No. 67. Panicle number was also fewer for Arborio as a consequence of lower percentage of effective tiller. Leaf area index (LAI) before heading was strongly affected by tiller number. LAI of Arborio was generally below 4.0 and unfavorable effect on dry matter production was thus suggested. The two varieties contained similar chlorophyll concentration whereas Arborio had higher concentrations of total nitrogen and soluble protein, particularly during grain-filling. However, the dry weight increase of both panicle and total plant was inferior during the same period and the dependence of yield to pre-heading storage was more apparent for Arborio. Experimental results indicated that poor tillering ability and lower photosynthetic production during grain-filling were the major hindrances in utilizing large-grain varieties for commercial culture. Short-statured, large-grain germplasm with more tiller number was suggested as useful breeding material in improving the yield potential of rice crop.

---

1. Contribution No. 1184 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, Research Assistant and Senior Agronomist and Head, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.